

不溶化处理飛灰からの放射性セシウム及び重金属類等の溶出挙動

半野 勝正, 大石 修, 井上 智博

1 はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴い飛散した放射性物質により、福島県を中心に関東圏域等に及ぶ広域な放射性物質汚染が生じた。特に半減期が30年のCs-137の除染が緊急の課題である。また、汚染された木くず等の焼却に伴って発生した放射性物質を含んだ焼却灰・焼却飛灰等の処理・管理も問題となっている。国は、放射性物質に汚染された廃棄物の処理と土壌等の除染の二本柱からなる特別措置法「放射性物質汚染対処特別措置法」を平成23年8月30日に公布し、平成24年1月1日から本格施行している。その中で、放射性物質に汚染された廃棄物の処理に関しては放射性セシウム濃度(Cs-134とCs-137の合計値)が8,000Bq/kgを超える廃棄物は「指定廃棄物」とし、国の責務で処理することとされ、それまでの間、保管することとされている。それ以外の放射性物質濃度が8,000Bq/kg未満の廃棄物は、廃棄物処理法に則って処理をすることとなっている。今回、千葉県内の廃棄物焼却施設で処理されている廃棄物の焼却飛灰と重金属類及びダイオキシン類の溶出を防ぐために不溶化处理した飛灰(以下、処理飛灰)について溶出試験を行い、放射性セシウム、重金属類及びイオン等の溶出挙動についての実態を調査した。

2 試料及び方法

試料は、千葉県内廃棄物焼却施設(A~E)の5施設から飛灰と処理飛灰(キレート又はセメント固化処理)を採取して用いた。表1に調査対象施設の概要を示す。試料No.の右端数字1が焼却飛灰を2が処理飛灰

を表す(E1のみ主灰)。

溶出試験は、JIS K0058-1 有姿攪拌試験により行った。すなわち、試料200gを有姿のまま容器に入れ、10倍量(L/kg)の純水(2L)を入れ、攪拌翼を備えた攪拌装置を用いて毎分200回転で6時間攪拌した。攪拌後10~30分静置し、上澄み液を孔径0.45 μmのメンブレンフィルターを用いてろ過を行い、ろ液のpHと電気伝導度(EC)を併せて測定した。得られたろ液について、重金属類についてはJIS-K-0102 ICP発光分光分析法(Varian, Inc., Vista-PRO)により、イオン類については、JIS-K-0102 イオンクロマトグラフ法(東ソー, IC 2010)により分析を行った。

3 結果

表2に飛灰試料中に含有するセシウム濃度(Cs-134とCs-137の合計値)とダイオキシン類濃度を示す。セシウム濃度は、213~1760Bq/kgの範囲、ダイオキシン類濃度は、22.6~1,790pg-TEQ/gでいずれも埋立基準の8,000Bq/kg及び3,000pg-TEQ/gを大きく下回っていた。

表3に溶出試験の結果を示す。溶出試験後の放射性セシウムの不溶化率(溶出防止の割合、%)は、A2を除き0~30%であり、現状の不溶化处理では効果がほとんどないことが確認された。

図1に放射性セシウムの溶出量(Bq/L)とセシウムと同族(1A, アルカリ金属)であるK⁺とNa⁺の溶出量(mg/L)についての関係を示す。今回の放射性セシウム濃度では、その溶出量とNa⁺, K⁺の溶出量との間の相関は低い関係であった。

表1 調査対象施設

施設名	A焼却施設	B焼却施設	C焼却施設	D焼却施設	E焼却施設
試料採取年月日	2012.2.15	2012.3.9	2012.3.27	2012.3.9	2012.3.16
処理能力(t/日)	120×2基	220×2基	165×2基	300×3基	150×2基
試料No. (飛灰, 飛灰処理灰)	A1, A2	B1, B2	C1, C2	D1, D2	E1(主灰), E2
燃焼装置型	流動床式	流動床式	流動床式	ストーカ式	ストーカ式
飛灰処理方法	キレート+セメント固化	キレート+セメント固化	セメント固化	キレート+セメント固化	キレート

試料名	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2
Cs-134+137 含有量 (Bq/kg)	1,630±140	1,370±49	224.5±34	213.3±29	750±64	680±64	1,005±43	590±46	400±37	1,760±43
ダイオキシン 類含有量 (pg-TEQ/g)	1.790	22.6	1.220	256	932	386	283	48.6	70.4	46.1

試料No.	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2
EC (mS/m)	2,710	963	2,700	1,520	1,700	1,040	5,570	3,980	1,750	5,130
pH	12.5	11.3	13.0	12.7	11.6	11.1	12.5	12.2	8.5	11.7
Cs-134+137 溶出量 (Bq/L)	119.7±2.85	58.6±1.34	25.34±1.77	16.12±1.29	59.1±2.5	36.3±1.58	62.1±2.07	47.7±1.93	24.11±1.37	184.1±3.6
Cs減少率 (%)	12	58	0	8	0	25	30	15	13	0
AL	0.74	0.74	0.48	0.73	N.D.	N.D.	1.1	1.2	0.71	1.6
Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0036	N.D.
Cr	N.D.	0.18	0.025	0.041	N.D.	0.059	N.D.	0.12	0.0023	N.D.
Cu	0.015	0.021	0.051	N.D.	0.0065	N.D.	0.031	N.D.	0.083	0.11
Fe	0.0044	0.0071	0.0087	0.0066	0.0020	0.0036	0.013	0.0093	0.010	0.039
Mn	0.0045	0.0034	0.0035	N.D.	0.0038	N.D.	0.018	0.0075	0.084	0.044
Pb	N.D.	0.043	N.D.	0.014	0.17	0.016	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Zn	0.51	0.053	N.D.	0.016	0.062	0.028	N.D.	0.0083	0.054	0.99
As	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Na ⁺	2,300	1,200	2,100	1,700	2,300	1,400	4,700	3,600	1,600	6,800
NH ₄ ⁺	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	20	37	16
Mg ²⁺	19	14	29	18	13	11	15	16	102	19
Ca ²⁺	2,100	590	2,000	1,600	2,200	720	6,900	4,000	1,300	2,700
K ⁺	1,400	920	680	280	1,500	940	3,600	3,200	1,200	5,400
Cl ⁻	8,200	5,400	8,000	5,200	8,700	4,100	20,000	15,000	5,500	18,000
F ⁻	13	3.9	12	10	4.6	12	4.8	17	33	14
Br ⁻	29	16	130	98	50	29	140	83	42	100
NO ₃ ⁻	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.5	5.4
PO ₄ ²⁻	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
SO ₄ ²⁻	15	43	280	100	6.2	87	1,400	270	910	1,800
DXNs (pg-TEQ/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

4 結論

本研究の結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 溶出試験後の放射性セシウムの不溶化率(%)は、A2を除き0~30%であり、現状の不溶化処理では効果がほとんどないことが確認された。
- 2) 放射性セシウムの溶出量(Bq/L)とセシウムと同族(1A, アルカリ金属)であるK⁺とNa⁺の溶出量(mg/L)との溶出挙動の相関性は低い関係であった。

5 参考文献

- 1) 澤田, 渡邊ら; 一般焼却灰からのセシウム溶出特性に関する研究, 第23回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp.171-172 (2012)
- 2) 小口, 鹿角ら; キレート処理一般廃棄物焼却飛灰からの重金属溶出状況とその要因の検討, 全国環境研会誌, Vol.37, No2, pp.23-31 (2012)
- 3) 半野, 大石ら; 不溶化処理飛灰からの放射性セシウム及び重金属類等の溶出挙動, 第22回環境化

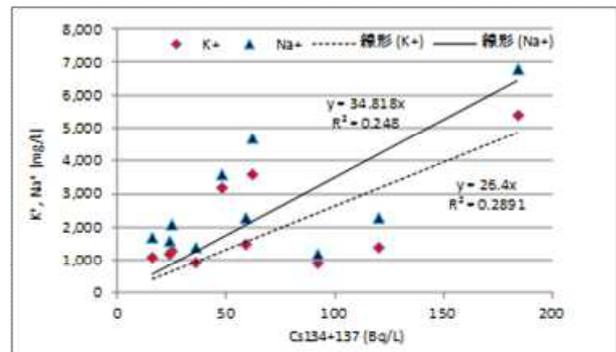


図1 放射性セシウム溶出量とK⁺, Na⁺溶出量との関係
学会討論会プログラム集, pp.436-437 (2013)